

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) Nº de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 775 094

(21) Nº d'enregistrement national :

98 01970

(51) Int Cl⁶ : G 06 F 17/10, G 06 F 19/00, G 01 N 33/00, 37/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 18.02.98.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.08.99 Bulletin 99/33.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : ELF EXPLORATION PRODUCTION
Société anonyme — FR.

(72) Inventeur(s) : LEIBOVICI CLAUDE et BARKER JOHN.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET FEDIT LORIOT.

(54) MÉTHODE DE SIMULATION POUR PRÉDIRE EN FONCTION DU TEMPS UNE COMPOSITION DÉTAILLÉE D'UN FLUIDE PRODUIT PAR UN RÉSERVOIR.

(57) Méthode de simulation pour prédire en fonction du temps une composition détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants d'un fluide produit par un réservoir.

Elle est du type consistant à :

- représenter le réservoir sous la forme d'un réseau de mailles (j) dont chacune constitue un volume élémentaire rempli de fluide,

- réaliser, de façon connue en soi, une simulation compositionnelle du fluide regroupé à N composants et pseudo-composants (i), N étant inférieur à Q, et elle est caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à :

 e) déterminer, à chaque pas de temps (m) et pour chaque maille (j) la composition des phases liquide et vapeur du fluide détaillé de la composition Q du fluide, à partir des valeurs de la fraction vaporisée (θ_j^m) et des constantes d'équilibre (k_{ij}^m) du fluide regroupé,

 f) évaluer pour chaque maille, au pas de temps (m+1), la quantité molaire de chacun des Q composants et/ou pseudo-composants du fluide détaillé à partir des valeurs correspondantes au pas de temps (m), des débits des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à l'étape e), et à

 g) évaluer, pour chaque puits de production, la compo-

sition détaillée du fluide produit entre des instants t et t' correspondant aux pas de temps m et m+1, à partir des débits des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à l'étape e).

FR 2 775 094 - A1



**Méthode de simulation pour prédire en fonction du temps
une composition détaillée d'un fluide produit par un réservoir**

5

La présente invention concerne une méthode de simulation pour prédire, en fonction du temps, la composition détaillée d'un fluide produit par un réservoir et plus particulièrement la composition détaillée d'un fluide contenu dans et produit par un gisement pétrolier dans lequel sont implantés 10 un ou plusieurs puits de production.

La simulation compositionnelle d'un gisement pétrolier est couramment utilisée pour fournir les profils prévisionnels de production du gisement qui permettent notamment de déterminer le schéma de production le mieux adapté à ce gisement.

15 La simulation compositionnelle d'un gisement pétrolier est mise en oeuvre non pas en utilisant une description réelle du fluide mais en utilisant un fluide modélisé par un nombre de composants plus réduit que le nombre de composants du fluide réel. En effet, le nombre de composants du fluide de gisement étant relativement grand, la modélisation avec tous les 20 composants conduirait à des temps de calcul trop importants. Ce temps de calcul prohibitif a amené les spécialistes à regrouper les composants purs en pseudo-composants, par exemple des pseudo-composants regroupant l'azote et le méthane, des pseudo-composants regroupant les hydrocarbures en C_3 et C_4 , ... etc..., et à réaliser la simulation de gisement sur un nombre réduit 25 N de composants purs et de pseudo-composants. Une telle composition réduite est désignée par l'expression "composition regroupée du fluide" ou "fluide regroupé". Généralement N représente 5 à 8 composants et pseudo-composants, ce qui est considéré comme étant suffisant pour bien représenter le comportement du fluide de gisement aux conditions de fond.

30 Avant d'effectuer la simulation compositionnelle de gisement, on représente le réservoir ou gisement sous la forme d'un réseau de mailles dont chacune constitue un volume élémentaire dudit réservoir. Le nombre de mailles peut atteindre plusieurs milliers et chaque maille présente des propriétés qui lui sont propres, comme la géométrie, la porosité, la

perméabilité, etc... De plus, à certaines mailles peut correspondre au moins un puits d'injection ou de production qui est implanté dans l'édit réservoir.

La simulation de gisement permet de calculer pour chaque maille un certain nombre de variables principales du fluide de gisement, lesdites 5 variables pouvant être la quantité (nombre de moles) de fluide, la composition ou fraction molaire de chaque composant et pseudo-composant du fluide regroupé et la pression régnant dans chaque maille. Ces variables sont connues à l'instant $t=0$ (début de l'exploitation du gisement) et sont ensuite calculées par la simulation de gisement à chaque instant t ou pas de 10 temps m . Pour chaque maille, il est possible, à partir de ces variables principales, de calculer toute autre propriété du fluide présent dans la maille, comme le nombre de phases, la composition de chaque phase, etc. Pour chaque maille à laquelle est associé un puits de production, il est possible, à partir de ces variables principales et des contraintes de 15 production imposées, de calculer également le débit de production et la composition du fluide produit par l'édit puits.

Les propriétés thermodynamiques du fluide peuvent être calculées en utilisant une des équations d'état bien connues des spécialistes et qui ne seront donc pas rappelées.

La modélisation à N composants, si elle est suffisante pour 20 représenter le comportement du fluide de gisement aux conditions de fond, n'est plus appropriée pour simuler le comportement du fluide dans les installations pour son exploitation en surface, laquelle exploitation nécessite de connaître une composition plus détaillée à Q composants et/ou pseudo- 25 composants du fluide produit par le gisement, Q étant supérieur à N et par exemple de l'ordre de 20 à 30.

Jusqu'ici, on obtenait cette composition détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants à partir de la composition regroupée N en 30 supposant que la composition des pseudo-composants restait constante dans le temps.

Une telle manière de procéder est source d'erreurs car la composition des pseudo-composants varie dans le temps, notamment en fonction de la pression du gisement ou suite à l'injection d'un gaz dans le gisement.

De ce fait, la composition détaillée obtenue reste très approximative et ne permet pas de prédire de manière satisfaisante le comportement du fluide dans les conditions d'exploitation en surface bien des années après le début de la production.

5 La présente invention a pour but de proposer une méthode de simulation pour prédire la composition détaillée du fluide produit par un réservoir en tenant compte des paramètres du réservoir et qui soit beaucoup plus précise.

10 L'invention a pour objet une méthode du type consistant à :

- 10 a) représenter le réservoir sous la forme d'un réseau de mailles (j) dont chacune constitue un volume élémentaire rempli de fluide,
- 15 b) définir le fluide par une modélisation regroupée à N composants et pseudo-composants (i) et à déterminer une équation d'état décrivant le fluide dans cette modélisation regroupée,
- 15 c) définir également le fluide par une modélisation détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants, Q étant supérieur à N, et à déterminer une autre équation d'état décrivant le fluide dans cette modélisation détaillée,
- 20 d) réaliser, de façon connue en soi, une simulation compositionnelle du fluide regroupé à N composants et pseudo-composants (i), ladite simulation compositionnelle permettant de calculer au moins pour chaque maille (j) et à des pas de temps consécutifs (m, m+1, ...) la fraction vaporisée (θ_j^m), les constantes d'équilibre liquide-vapeur (k_{ij}^m) de chaque composant (i), les débits d'injection ou de production (s_{ij}^m) et pour chaque 25 paire de mailles (j, h) les débits des phases liquide (u_{ojh}^m) et vapeur (u_{gh}^m) du fluide à N composants et pseudo-composants, et elle est caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à:
- 30 e) déterminer, à chaque pas de temps (m) et pour chaque maille (j) la composition des phases liquide et vapeur du fluide détaillé de la composition Q du fluide, à partir des valeurs de la fraction vaporisée (θ_j^m) et des constantes d'équilibre (k_{ij}^m) du fluide regroupé,
- f) évaluer pour chaque maille, au pas de temps (m+1), la quantité molaire de chacun des Q composants et/ou pseudo-composants du fluide détaillé à partir des valeurs correspondantes au pas de temps (m), des débits

des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à l'étape e), et à

5 g) évaluer, pour chaque puits de production, la composition détaillée du fluide produit entre des instants t et t' correspondant aux pas de temps m et $m+1$, à partir des débits des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à l'étape e).

10 Selon une autre caractéristique de la présente invention, les étapes e, f et g sont mises en oeuvre en même temps que la réalisation de la simulation compositionnelle du fluide regroupé.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, les résultats de l'étape d sont mémorisés puis utilisés ultérieurement pour la mise en oeuvre des étapes e, f et g.

15 La méthode selon la présente invention est mise en oeuvre pour un réservoir constitué, par exemple, par un gisement pétrolier. De manière connue, on réalise une simulation de gisement. A cet effet, on représente le gisement sous la forme d'un réseau maillé, certaines des mailles ou un groupe de mailles étant associés à un des puits de production implantés dans le gisement pétrolier à exploiter.

20 Pour réduire le temps de calcul, la simulation compositionnelle du gisement est effectuée sur un nombre limité N de composants et pseudo-composants, par exemple de 5 à 8, définis de la manière indiquée précédemment, ces composants et pseudo-composants étant sélectionnés en fonction de la nature du gisement.

25 Le fluide regroupé à N composants et pseudo-composants est décrit par une équation d'état qui pourrait être par exemple celle de PENG-ROBINSON adaptée à ladite composition regroupée.

30 Au début de l'exploitation du gisement, on connaît, par des mesures effectuées au préalable, pour chaque maille j du réseau, les variables principales à l'instant $t=0$ ou pas de temps $m=0$. Ces variables principales sont :

la quantité de fluide : f_j^m

la fraction molaire du composant i : z_{ij}^m avec $1 \leq i \leq N$

la pression : p_j^m

Pour passer du pas de temps m au pas de temps $m+1$, la simulation compositionnelle comprend plusieurs étapes détaillées ci-après.

5 Dans une première étape et pour le pas de temps m , un calcul d'équilibre liquide-vapeur (flash) est effectué sur le fluide regroupé, pour chaque maille j afin de déterminer :

la fraction vaporisée θ_j^m

la fraction molaire de chaque composant i dans la phase huile (x_{ij}^m avec $i = 1 \dots N$) et

la fraction molaire dudit composant i dans la phase gaz (y_{ij}^m avec $i = 1 \dots N$).

10 Ces diverses fractions sont déterminées avec le système d'équations suivant :

$$\Phi_i(x_{ij}^m, \dots, x_{Nj}^m) \text{ et } \Phi_i(y_{ij}^m, \dots, y_{Nj}^m) \text{ avec } 1 \leq i \leq N$$

$$(1 - \theta_j^m)x_{ij}^m + \theta_j^m y_{ij}^m = z_{ij}^m$$

et

$$\sum_{i=1}^N x_{ij}^m = \sum_{i=1}^N y_{ij}^m = 1$$

15

dans lesquelles :

Φ_i est la fugacité du composant i .

Selon une première caractéristique de l'invention, on mémorise la fraction vaporisée θ_j^m et les constantes d'équilibre $k_{ij}^m = \frac{y_{ij}^m}{x_{ij}^m}$ avec i variant

20 entre 1 et N , afin de les utiliser dans une autre étape dénommée "delumping" qui sera explicitée ultérieurement.

Dans une deuxième étape et pour chaque maille, on évalue certaines des propriétés de chaque phase liquide et gaz, à savoir masse volumique (ρ_{ij}^m et ρ_{gj}^m), viscosité, saturation et perméabilité relative.

25 Dans une troisième étape, pour chaque maille j et au pas de temps m , on calcule les coefficients de l'équation pour la pression.

Les équations pour la pression d'une maille j à l'instant $t + \Delta t$ ou au pas de temps $m+1$, sont :

$$C_{Tj}^m \left(\frac{p_j^{m+1} - p_j^m}{\Delta t} \right) = \sum_{h \in J(j)} T_{jh}^m (p_h^{m+1} - p_j^{m+1}) + s_j^m$$

Pour résoudre ces équations, les coefficients à calculer sont :

5 - la compressibilité totale C_{Tj}^m (fluide + roche),
- les transmissivités généralisées

$$T_{jh}^m = \sum_{i=1}^N \alpha_{ij}^m (\lambda_o x_i + \lambda_g y_i)_i^m \cdot t_{jh}$$

10 - le terme source : $s_j^m = \sum_{i=1}^N s_{ij}^m$

Dans ces équations :

h sont les mailles voisines de la maille j , $h \in J(j)$,
 α_{ij}^m est le volume molaire partiel du composant i dans la maille j au pas de temps m , λ_o^m et λ_g^m sont les mobilités des phases huile (o) et gaz (g),

15 t_{jh} est la transmissivité entre les centres des mailles j et h , l étant la maille amont.

Dans une quatrième étape, on résout pour toutes les mailles les équations pour la pression à l'instant $t + \Delta t$ c'est-à-dire au pas de temps $m+1$.

Ces équations forment un système linéaire du type :

20
$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{p} = \mathbf{B}$$

où $\mathbf{p} = (p_1^{m+1}, \dots, p_J^{m+1})^T$, J étant le nombre de mailles du réseau.

Ces équations sont résolues par un procédé itératif standard.

25 Dans une cinquième étape, on calcule au pas de temps $m+1$, les débits des phases entre chaque paire de mailles adjacentes et pour chaque puits associé à partir, par exemple, de la loi de Darcy.

$$u_{o,jh}^m = -\rho_{oj}^m \lambda_{ol}^m \cdot t_{jh} (p_h^{m+1} - p_j^{m+1})$$

$$u_{g,jh}^m = -\rho_{gj}^m \lambda_{gl}^m \cdot t_{jh} (p_h^{m+1} - p_j^{m+1})$$

l étant la maille amont avec $l=j$ ou h .

Selon une autre caractéristique de l'invention, on stocke ou mémorise les débits des phases qui seront utilisés dans le delumping.

5 Dans une sixième étape, on évalue la quantité f et la composition z du fluide regroupé, dans chaque maille j et au pas de temps $m+1$ à partir des valeurs au pas de temps m , des débits des phases évalués à la cinquième étape et des compositions des phases calculées à l'étape 1. Pour ce faire, on applique les lois de conservation définie par les équations suivantes :

$$f_j^{m+1} = f_j^m - \Delta t \left\{ \sum_{h \in J(j)} (u_{ojh}^m + u_{gh}^m) - s_j^m \right\}$$

$$f_j^{m+1} z_{ij}^{m+1} = f_j^m z_{ij}^m - \Delta t \left\{ \sum_{h \in J(j)} (x_{il}^m u_{ojh}^m + y_{il}^m u_{gh}^m) - s_{ij}^m \right\}$$

10 Par un processus itératif, on répète les étapes ci-dessus pour calculer les variables principales aux temps $t+2\Delta t$, $t+3\Delta t$, etc... ou encore aux pas de temps $m+1$, $m+2$, $m+3$, etc..., l'incrément Δt pouvant être constant ou variable.

15 Selon la présente invention, on définit une modélisation détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants ainsi qu'une autre équation d'état décrivant le fluide ainsi modélisé.

20 Pour cela, on choisit préalablement les composants et/ou pseudo-composants dont on veut connaître les caractéristiques et qui sont nécessaires pour représenter le fluide de production dans les conditions de surface. Le nombre Q qui est supérieur au nombre N de la composition regroupée est généralement de l'ordre de 20 à 30. On connaît la composition du fluide détaillé à Q composants et/ou pseudo-composants au pas de temps $m=0$.

25 Les données stockées aux première et cinquième étapes sont utilisées pour les étendre aux Q composants et/ou pseudo-composants de la composition détaillée.

30 Comme l'écoulement peut s'effectuer dans n'importe quelle direction entre les mailles voisines, chaque maille ne peut pas être traitée indépendamment. C'est pourquoi, à chaque pas de temps, toutes les mailles sont traitées ensemble.

Pour réaliser le delumping, on fait l'hypothèse qu'à chaque pas de temps m ,

- la fraction molaire de la phase vaporisée dans chaque maille est indépendante du nombre de constituants du fluide,

5

$$\Theta_j^m = \theta_j^m$$

- le nombre de moles de liquide et de vapeur s'écoulant entre les mailles et dans ou hors des puits est indépendant du nombre de constituants du fluide,

$$U_{obj}^m = u_{obj}^m \text{ et } U_{gj}^m = u_{gj}^m$$

10

$$S_{obj}^m = s_{obj}^m \text{ et } S_{gj}^m = s_{gj}^m$$

Les lettres en majuscule sont utilisées pour représenter le fluide détaillé et les lettres en minuscule sont utilisées pour représenter le fluide regroupé.

Le calcul des constantes d'équilibre peut être effectué à partir de l'expression :

$$\ln[K_i] = \Delta C_0 + \sum^n \Delta C_n \cdot \pi_n \text{ où } \Delta C_n = C_n^L - C_n^V$$

comme indiqué par C. LEIBOVICI dans son article "A Consistent Procedure for Pseudo-Component Delumping" paru dans FLUID PHASE EQUILIBRIA, 117 (1996), 225-232.

Pour une équation d'état à deux paramètres, comme celle de PENG ROBINSON, l'équation généralisée de LEIBOVICI peut être écrite pour le fluide détaillé de la manière suivante :

25

$$\ln(K_{ij}^m) = \eta_j^m + \beta_j^m \sqrt{a_i} + \gamma_j^m b_i$$

où a_i et b_i sont les paramètres de l'équation d'état pour le composant I et où les paramètres η_j^m , β_j^m et γ_j^m sont calculés à partir des constantes d'équilibre pour le fluide regroupé (k_{ij}^m) en minimisant la fonction :

30

$$f(\eta_j^m, \beta_j^m, \gamma_j^m) = \sum_{i=1}^N \left[\eta_j^m + \beta_j^m \sqrt{a_i} + \gamma_j^m b_i - \ln(k_{ij}^m) \right]^2$$

De ce fait, lorsqu'on connaît la composition détaillée Z_{ij}^m dans la maille j au pas de temps m , on peut estimer les compositions détaillées des phases liquide et vapeur dans la même maille j et pour le même pas de temps m .

5

$$X_{ij}^m = \frac{Z_{ij}^m}{1 + \Theta_j^m (K_{ij}^m - 1)} \quad Y_{ij}^m = \frac{K_{ij}^m Z_{ij}^m}{1 + \Theta_j^m (K_{ij}^m - 1)} \quad \text{avec } 1 \leq I \leq Z$$

I étant le composant et/ou pseudo-composant de la composition détaillée. Ces compositions peuvent être normalisées afin que leur somme soit égale à 1 si nécessaire.

10 Lorsqu'on connaît les compositions des phases détaillées pour toutes les mailles du réseau au pas de temps m , il est possible d'estimer les compositions détaillées Z_{ij}^{m+1} au pas de temps consécutif $m+1$ à partir des équations ci-après :

15

$$Z_{ij}^{m+1} = \frac{Z_{ij}^m F_j^m - (Y_{ij}^m S_{oj}^m + X_{ij}^m S_{gi}^m) - \sum_{h \in J(j)} (Y_{ih}^m U_{gh}^m + X_{ih}^m U_{ogh}^m)}{F_j^{m+1}} \quad \text{avec } I = 1, \dots, Q$$

où

$$20 \quad F_j^{m+1} = F_j^m - (S_{oj}^m + S_{gi}^m) - \sum_{h \in J(j)} (U_{gh}^m + U_{ogh}^m)$$

dans lesquelles $j'=j$ pour un débit positif de la maille j vers la maille h ou dans le puits et $j'=h$ pour un débit négatif, j' correspondant au fluide injecté pour les puits d'injection où S sera négatif.

25 Grâce à la présente invention, on obtient une composition détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants qui permet de mieux définir les profils de production prévisionnels et ce, avec une précision accrue comparée aux méthodes antérieures. Cette plus grande précision des profils de production prévisionnels permet un choix de schéma de développement (type et taille d'installations de surface, nombre de puits, etc...) plus fiable, avec pour conséquence une augmentation de la rentabilité 30 et une diminution du risque économique.

Dans ce qui précède, certaines valeurs obtenues au cours de la simulation de gisement sont stockées ou mémorisées pour être utilisées ultérieurement dans le delumping. Il va de soi que ces mêmes valeurs pourraient être utilisées directement si on décide d'effectuer le delumping en même temps que ladite simulation de gisement.

5

REVENDICATIONS

5 1. Méthode de simulation pour prédire, en fonction du temps, la composition détaillée d'un fluide produit par un réservoir, du type consistant à :

- a) représenter le réservoir sous la forme d'un réseau de mailles (j) dont chacune constitue un volume élémentaire rempli de fluide,
- 10 b) définir le fluide par une modélisation regroupée à N composants et pseudo-composants (i) et à déterminer une équation d'état décrivant le fluide dans cette modélisation regroupée,
- c) définir également le fluide par une modélisation détaillée à Q composants et/ou pseudo-composants, Q étant supérieur à N, et à déterminer une autre équation d'état décrivant le fluide dans cette modélisation détaillée,
- 15 d) réaliser, de façon connue en soi, une simulation compositionnelle du fluide regroupé à N composants et pseudo-composants (i), ladite simulation compositionnelle permettant de calculer au moins pour chaque maille (j) et à des pas de temps consécutifs (m, m+1, ...) la fraction vaporisé (θ_j^m), les constantes d'équilibre liquide-vapeur (k_{ij}^m) de chaque composant (i), les débits d'injection ou de production (s_j^m) et pour chaque paire de mailles (j, h) les débits des phases liquide (u_{ojh}^m) et vapeur (u_{gh}^m) du fluide à N composants et pseudo-composants, et elle est caractérisée en ce qu'elle consiste en outre à :
- 20 e) déterminer, à chaque pas le temps (m) et pour chaque maille (j) la composition des phases liquide et vapeur du fluide détaillé de la composition Q du fluide, à partir des valeurs de la fraction vaporisée (θ_j^m) et des constantes d'équilibre (k_{ij}^m) du fluide regroupé,
- 25 f) évaluer pour chaque maille, au pas de temps (m+1), la quantité molaire de chacun des Q composants et/ou pseudo-composants du fluide détaillé à partir des valeurs correspondantes au pas de temps (m), des débits des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à l'étape e), et à

g) évaluer, pour chaque puits de production, la composition détaillée du fluide produit entre des instants t et t' correspondant aux pas de temps m et $m+1$, à partir des débits des phases du fluide regroupé et des compositions des phases liquide et vapeur du fluide détaillé déterminées à 5 l'étape e).

2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que les étapes e, f et g sont mises en oeuvre en même temps que la réalisation de la simulation compositionnelle du fluide regroupé.

3. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que les 10 résultats de l'étape d sont mémorisés puis utilisés ultérieurement pour la mise en oeuvre des étapes e, f et g.

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
nationalFA 556194
FR 9801970

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D, A	<p>C. LEIBOVICI ET AL: "A Consistent Procedure for Pseudo-Component Delumping" FLUID PHASE EQUILIBRIA, vol. 117, 1996, pages 225-232, XP002083980 * le document en entier *</p> <p>---</p>	1-3
A	<p>J. A. TRANGENSTEIN ET AL: "Mathematical Structure of Compositional Reservoir Simulation" SIAM JOURNAL ON SCIENTIFIC AND STATISTICAL COMPUTING, vol. 10, no. 5, septembre 1989, pages 817-845, XP002083981 * le document en entier *</p> <p>-----</p>	
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)		
G06F		
1	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	12 novembre 1998	Abram, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		